



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

Marco de Referencia
para la definición de las ofertas formativas y los
procesos de homologación de títulos de técnicos de nivel superior

Técnico Superior en Ciencia de Datos e
Inteligencia Artificial



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial

Índice

1. Identificación del título o certificación
 - 1.1. Sector/es de actividad socio productiva
 - 1.2. Denominación del perfil profesional
 - 1.3. Familia profesional
 - 1.4. Denominación del título o certificado de referencia
 - 1.5. Nivel y ámbito de la trayectoria formativa

2. Referencial al Perfil Profesional
 - 2.1. Alcance del Perfil Profesional
 - 2.2. Funciones que ejerce el profesional
 - 2.3. Área ocupacional
 - 2.4. Habilitaciones profesionales

3. En relación con la Trayectoria formativa
 - 3.1. Formación general
 - 3.2. Formación de fundamento
 - 3.3. Formación específica
 - 3.4. Prácticas profesionalizantes
 - 3.5. Carga horaria mínima
 - 3.6. Entorno Formativo

4. Acreditación de saberes de trayectorias formativas de otros ámbitos de la ETP



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

1. Identificación del título

1.1 Sector de actividad socio productiva: Informática

1.2 Denominación del perfil profesional: Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial

1.3 Familia profesional: Informática

1.4 Denominación del título: Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial

1.5 Nivel y ámbito de la trayectoria formativa: Nivel Superior y ámbito de Educación Técnica de la modalidad de Educación Técnico Profesional, según Res CFE Nro. 13/07.

2. Referencial al Perfil Profesional

2.1. Alcance del Perfil Profesional.

El Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial estará capacitado para realizar proyectos de innovación que involucren actividades tanto del campo de la Ciencia de Datos como de la IA. Estará calificado para pensar con criterio estadístico situaciones de trabajo que involucren una amplia cantidad de datos, comprendiendo el ciclo de trabajo de la Ciencia de Datos dentro de una organización o para un cliente particular. Para ello, deberá conocer las técnicas específicas para explorar, limpiar y preparar diversas fuentes de datos antes de su procesamiento.



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

Por su formación podrá diseñar, desarrollar e implementar técnicas de Machine Learning (aprendizaje automático) para su utilización aplicada a través de modelos predictivos, sistemas de recomendación, scoring, reconocimiento de segmentos y clusters, entre otras. Para ello podrá construir secuencias de análisis utilizando vigorosas librerías de datos pudiendo, incluso, construir librerías propias para su aplicación en diferentes industrias.

En el campo de la Inteligencia Artificial, y a partir de los fundamentos de deep learning, este Técnico Superior podrá construir redes neuronales y liderar exitosamente proyectos de Machine Learning que permitan implementar visión por computadora y aplicarlas a datos de imágenes. También podrá aplicar IA para procesar audio y texto a partir de aplicaciones que permitan, por ejemplo, reconocimiento automático del habla, síntesis de música, chatbots, traducción automática, comprensión del lenguaje natural, entre otras posibilidades.

A partir de la consulta y la interpretación de las necesidades del cliente y/u organización, podrá implementar y modelar la solución, para lo cual realiza las tareas de programación y entrenamiento, pudiendo también realizar acciones de mantenimiento, mejoras y actualizaciones de soluciones.

El TS podrá participar activamente en el desarrollo colaborativo de proyectos de innovación, interactuando con actores relacionados o no con su disciplina, estableciendo el diálogo con especialistas del campo particular en el cual está inserto su proyecto de trabajo.

Si bien el TS en Ciencia de Datos e IA trabaja en la adquisición, captura, adecuación y disponibilidad de datos. Una parte importante de su trabajo radica en la capacidad de diseñar visualizaciones de información acertadas y comunicar eficazmente los hallazgos obtenidos, traduciéndolos de manera comprensible a los roles no especializados de la organización y/o clientes.

Para poder desarrollar plenamente su profesionalidad, el **Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial** tiene que poseer un conjunto de capacidades inherentes al nivel de educación superior que resultan transversales a todas sus funciones y tienen que ser desarrolladas durante el transcurso de su formación, entre ellas:



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

- Resolver problemas y analizar todas sus variables dentro de su campo profesional, que impliquen el dominio y la conceptualización de saberes científicos tecnológicos y gerenciales, desarrollando posibles estrategias para su resolución.
- Diseñar, gestionar y evaluar proyectos y/o procesos en el ámbito de su especialidad que lleven a la mejora de la calidad de la organización, respetando normas de seguridad, higiene y cuidado del medio ambiente.
- Asumir el rol de liderazgo y coordinación, reconociendo el rol de de cada integrante del proyecto, transmitiendo la información necesaria en forma precisa y utilizando el lenguaje apropiado para el entendimiento mutuo en interacciones individuales o grupales
- Documentar todas las etapas de su tarea como así también las especificaciones de los productos que puedan surgir de su trabajo, referenciando y registrando de tal manera que le facilite acceder posteriormente en forma rápida para recuperarla y/o evaluarla.

2.2. Funciones que ejerce el profesional

A continuación, se presentan funciones y subfunciones del perfil profesional del técnico Superior en Ciencia de Datos e IA

1. Diseñar el proyecto

Esto comprende:

- a. Analizar las especificaciones del proyecto
- b. Interpretar las necesidades propias del proceso de negocio
- c. Sugerir mejoras a las especificaciones requeridas
- d. Analizar los datos disponibles y determinar los que mejor se adecuen a la solución
- e. Determinar con criterio estadístico los volúmenes de datos a utilizar
- f. Analizar tipos de datos seleccionados y sus estructuras de almacenamiento
- g. Seleccionar las herramientas de software que se utilizarán
- h. Determinar la interfaz con el usuario para la visualización eficaz de los resultados



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

- i. Seleccionar y utilizar algoritmos de encriptación de los datos
- j. Generar la documentación correspondiente con el diseño y consideraciones analizadas

A partir del análisis de los requerimientos del proyecto, el TS podrá interpretar las características del problema a resolver, y solicitar los datos y la documentación necesarios para la realización del diseño de la solución. Para ello, el TS tendrá que interactuar con diversos actores de su equipo de trabajo con el fin de obtener la información adecuada que permita identificar los datos con los cuales desarrollará el diseño.

El TS deberá plantear la forma más adecuada para la visualización eficaz de los resultados, si el sistema sería independiente o parte de otro, si se requerirán informes o si es necesario el desarrollo de alguna interfaz para la utilización del sistema.

Además, podrá brindar asesoramiento a clientes que estén planificando el diseño y/o implementación de una solución que involucre Ciencia de Datos y/o Inteligencia Artificial, analizando y recomendando diversas alternativas que mejor se ajusten a sus necesidades y posibilidades. También podrá analizar y sugerir mejoras sobre diseños existentes.

En el desarrollo de esta función, el TS interpreta y produce la documentación técnica necesaria tomando en cuenta los criterios de eficiencia energética y la normativa existente de seguridad e higiene en medios, personas y medio ambiente para llevar adelante las diferentes actividades involucradas.

2. Diseñar soluciones que involucren análisis de datos

Esto comprende:

- a. Analizar los datos y realizar la limpieza y las transformaciones necesarias previas a su procesamiento
- b. Determinar e implementar las técnicas de trabajo a utilizar con los datos limpios disponibles
- c. Realizar diferentes modelos y evaluar su nivel de utilidad



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

- d. Evaluar posibles cambios en el diseño y/o en el tipo o cantidad de datos a utilizar
- e. Determinar el o los mejores modelos que se adecuen a la solución
- f. Testear la calidad de la programación realizada

En esta función se analizan los datos a utilizar desde el punto de vista del ciclo de trabajo de la ciencia de datos y se diseñan e implementan las diversas técnicas que permitan la creación de diferentes modelos a partir de la programación y/o entrenamiento de los mismos. También se determina la pertinencia de su utilización y se comparan para estimar cuáles de esos modelos se ajustan mejor a la solución esperada, atendiendo a las especificaciones determinadas en la etapa del diseño.

3. Desarrollar sistemas de inteligencia artificial, que además involucren Visión Artificial o Procesamiento de Habla

Esto comprende:

- a. Realizar la programación del sistema según lo especificado en el diseño
- b. Diagnosticar errores en un sistema de machine learning y evaluar posibles cambios o actualizaciones del diseño
- c. Testear la calidad de deep learning utilizada y de las aplicaciones desarrolladas.

En esta función se realiza el desarrollo del sistema y se trabajan con diferentes estructuras de archivos y datos, atendiendo a las especificaciones determinadas en la etapa del diseño. En esta función el TS procesa y analiza imágenes así como también procesa el habla con el fin de llevar adelante la solución planteada.

4. Realizar tareas de mantenimiento y optimización del sistema

Esto comprende:

- a. Interpretar las nuevas especificaciones del cliente



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

- b. Analizar los cambios a realizar en el sistema
- c. Especificar el nuevo diseño
- d. Determinar la necesidad de reentrenamiento del sistema y/o cambios del modelo.

En caso de que el cliente quisiera agregar o modificar alguna de las funciones ya realizadas por un sistema, el TS deberá evaluar la factibilidad del nuevo proyecto, acordar con el cliente el nuevo diseño, y realizar la programación, reentrenamientos y testeos correspondientes.

5. Organizar y gestionar proyectos

El Técnico Superior en Ciencia de Datos e IA podrá organizar el trabajo en relación a los requisitos técnicos, los recursos humanos, los costos y las formas de comercialización, entre otras.

También podrá generar y/o participar de emprendimientos, estableciendo los objetivos y alcances de los mismos, evaluando y tomando decisiones sobre los recursos a incorporar y cumplimentando con las obligaciones legales y administrativas para su generación.

Podrá determinar tiempos de trabajo, evaluar presupuestos y herramientas de software disponibles. Tendrá en cuenta disposiciones legales y administrativas, manejo adecuado de la información, consideraciones éticas y principios de usabilidad.

Estará capacitado para organizar y supervisar las tareas realizadas por el equipo de trabajo. También documentará y registrará las actividades durante el desarrollo de las mismas.

Se espera que el TS pueda interactuar con los clientes, el equipo de trabajo, los actores de su misma u otras disciplinas y que pueda comunicar en forma eficiente avances y resultados.



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

2.3. Área Ocupacional

La aparición de nuevas fuentes de datos de complejidad y volumen crecientes, junto con la creación de un cúmulo de métodos útiles para almacenarlos y extraer información de los mismos, dio lugar a lo que se conoce hoy en día como la Ciencia de los Datos.

Este nuevo campo profesional abarca a todas las herramientas, tecnologías, métodos y sistemas requeridos para manejar grandes conjuntos de datos distribuidos, heterogéneos, diversos, tan grandes y complejos que no se pueden analizar con las herramientas y métodos tradicionales de procesamiento y administración de bases de datos. Éstas incluyen nuevos algoritmos estadísticos y matemáticos, técnicas de predicción y métodos de modelado, métodos de encriptación, así como enfoques multidisciplinarios y nuevas tecnologías para la recopilación, almacenamiento, análisis e intercambio de datos e información

Por todo ello, la Ciencia de Datos ocupa actualmente un lugar central en las organizaciones y adquiere un uso cada vez más intensivo en la toma de decisiones en infinidad de sectores profesionales: salud, genética, agro, redes sociales, marketing, finanzas, banca, comercialización de productos y telefonía, entre otros.

Dentro de la Ciencia de Datos encontramos técnicas de diferentes áreas de estudio, incluyendo la Estadística y la Inteligencia Artificial (Aprendizaje Automático o Machine Learning). Los especialistas en este campo se enfocan en la construcción y optimización de algoritmos de Deep Learning con el fin de emular las habilidades humanas básicas como visión, lenguaje, toma de decisiones, entre otras. En este campo de permanente avance, los proyectos de Visión Artificial se caracterizan por el análisis de imágenes a fin de detectar diversos patrones en las mismas y los de Procesamiento de Habla se enfocan en la interacción con los clientes.

El Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial podrá coordinar equipos de trabajo y dirigir emprendimientos de pequeña o mediana envergadura de servicios propios de su campo, cumpliendo en todos los casos con el manejo adecuado de la información, consideraciones éticas y principios de usabilidad.

2.4. Habilitaciones profesionales



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

Las actividades profesionales del sector informático no están reguladas a nivel nacional, aunque algunas jurisdicciones tienen leyes que regulan diversos aspectos del ejercicio profesional de graduados universitarios, delegando el poder de control a consejos profesionales. En consecuencia, si bien existen ciertas regulaciones vinculadas a la protección, privacidad y uso de datos, esta figura profesional no cuenta con habilitaciones profesionales. Esto no impide que, en el futuro, puedan llegar a plantearse habilitaciones específicas para este técnico superior. En ese caso deberá tenerse en cuenta el perfil homologado y su trayectoria formativa.

El TS en Ciencia de Datos e IA está habilitado para desarrollar las funciones que se describen en el perfil profesional relacionadas con el diseño y desarrollo de sistemas y/o modelos que involucren el campo de la ciencia de datos e IA.

3. En relación con la Trayectoria Formativa

3.1 Formación general

El campo de la **formación general** es el que se requiere para participar activa, reflexiva y críticamente en los diversos ámbitos de la vida social, política, cultural y económica y para el desarrollo de una actitud ética respecto del continuo cambio tecnológico y social. A los fines del proceso de homologación, este campo, identificable en el plan de estudios a homologar, se considerará para la carga horaria de la formación integral del técnico superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial

Provenientes del campo de la Comunicación

La comunicación humana: características y enfoques. Modelos de comunicación. Distintas modalidades de comunicación según sus ámbitos y fines. Planificación de dispositivos de comunicación oral y escrita en soportes y registros diversos. La comunicación en las organizaciones.

Sociedad de la información. Medios masivos de comunicación. La comunicación analógica y digital. El ciberespacio como ámbito de interacción, producción y distribución del conocimiento. Comunicación digital. Lenguaje en los medios digitales. Aplicaciones. Redes Sociales. Usos actuales. Criterios para la búsqueda de información en Internet.



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

Provenientes del campo de ciencia, tecnología, sociedad.

Ciencia y Tecnología. Perspectivas, tensiones y dilemas. La CTS (Ciencia, Tecnología y sociedad). Necesidades sociales y desarrollo científico tecnológico e innovación en el actual contexto social.

La investigación científico tecnológica en la construcción de conocimiento. La investigación científico tecnológica en el campo profesional. La difusión y socialización y democratización del conocimiento.

La innovación tecnológica. Su vínculo y conexión con el contexto social, económico y ambiental. La innovación tecnológica en el mundo del trabajo: proceso de trabajo, relaciones laborales, rol del estado. Estrategias y gestión de la innovación tecnológica en las organizaciones.

3.2 Formación de fundamento

El campo de la **formación de fundamento** está destinado a abordar los saberes científico-tecnológicos y socioculturales que otorgan sostén a los conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes propios del campo profesional en cuestión. En el abordaje de este campo se deberá promover la puesta en práctica de un conjunto de saberes que permitan contextualizar las intervenciones propias del campo profesional, y la reflexión acerca de las decisiones que el Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial ha de tomar al momento de realizar las funciones que le son propias

Provenientes del campo de la Lógica

Lógica proposicional: Enunciados y conectivas. Conocimiento. Formas, usos y límites del conocimiento. Intratabilidad e inexpresabilidad. Enunciados y conectivas. Funciones de verdad y tablas de verdad. Argumentación y validez. Lógica de Enunciados. Reglas de manipulación y sustitución. Formas normales. Conjuntos adecuados de conectivas



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

Lógica de predicados: Predicados y cuantificadores. Lenguajes de primer orden. Interpretaciones Satisfacción y verdad. Lógica de Predicados. El sistema formal. Corrección y completitud. Modelos de sistemas de primer orden

Provenientes del campo de Matemática

Algebra: Conjuntos numéricos. Matrices y determinantes: operaciones. La función determinante, matriz inversa, rango. Sistemas de ecuaciones: clasificación, teorema de roché frobenius, resolución. Espacio vectorial: vectores, operaciones internas y externas, norma, proyecciones, dependencia lineal, base y dimensión. Aplicaciones de los espacios vectoriales. Transformaciones lineales: teorema fundamental, matriz asociada, autovalores y autovectores, diagonalización. Secciones cónicas y superficies cuádricas.

Análisis Matemático: Relaciones y funciones. Funciones polinómicas, racionales, exponenciales logarítmicas y trigonométricas. Representaciones gráficas, puntos de intersección. Concepto de límite y funciones. Límites infinitos y al infinito. Continuidad. Cálculo de derivadas. Derivada en un punto. Recta tangente. Función derivada. Reglas de derivación. Composición; regla de la cadena. Estudio de funciones. Funciones a valores vectoriales; Trayectoria; Límite y continuidad; derivación, interpretación geométrica; recta tangente. Determinación de constantes. Cálculo de integrales. Integral definida. Áreas y volúmenes de revolución. Longitud de curvas. Integración numérica. Integración definida de funciones a valores vectoriales. Campos escalares y vectoriales. Derivadas direccionales y parciales de campos escalares; gradiente. Diferenciabilidad. Composición de funciones y campos; Regla de la cadena. Derivadas parciales sucesivas. Funciones implícitas. Diferenciales sucesivas. Fórmula de Taylor. Máximos y mínimos locales. Extremos condicionados. Derivadas parciales de campos vectoriales. Regla de la cadena; matriz jacobiana. Divergencia y rotor. Campos conservativos y formas diferenciales exactas; función potencia

Provenientes del campo de la Estadística y Probabilidad

Estadística: Definiciones y conceptos fundamentales. Estadísticos descriptivos. Análisis descriptivo de datos individuales y agrupados: variables discretas y continuas, medidas de posición, histogramas. Teoría de la probabilidad. Cálculo de probabilidades. Probabilidad condicional Estadísticos descriptivos. Variables aleatorias discretas y continuas. Distribuciones binomial y de Pascal. Modelos



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

relacionados con fenómenos de vida. Fiabilidad. Modelos econométricos. Distribuciones La distribución normal. Sumas de variables aleatorias. Teorema central del límite. Aproximaciones. Modelización. Análisis no paramétricos. Principios de inferencia estadística. Teoría del control estadístico. Correlación y regresión lineal de dos variables. Conceptos básicos de regresión múltiple. Análisis de varianza.

Provenientes del campo de Bases de Datos

Modelos de datos. Estructuras de almacenamiento. Tipos de arquitecturas. Recuperación de la información.

Gestión de bases de datos. Accesos, permisos y roles.

Tipos de bases de datos, ventajas, desventajas y características. Bases de datos relacionales. Modelo entidad-relación. Creación de vistas e índices.

Lenguaje SQL. Operaciones: consultas, alta, baja y modificación de registros. Procedimientos almacenados. Disparadores. Usuarios. Transacciones.

Bases de datos no relaciones (ej. orientadas a documentos, orientadas a objetos, orientadas a grafos). Consultas y operaciones.

Provenientes del campo de la Programación

Tipos de datos. Estructuras de datos (ejemplos: constantes, vectores, matrices, listas, data frames, listas enlazadas). Creación de datos. Operaciones: operaciones básicas con registros, obtención del valor en una posición, inserción de valores, eliminación de un valor, operaciones con columnas.

Lenguajes de programación. Ambientes de programación. Programación estructurada y orientada a objetos. Diferencias, ventajas, desventajas y aplicaciones.

Estructuras de algoritmos. Condicionales y ciclos. Creación y uso de funciones. Uso de parámetros.

Administración de archivos: manejo de carpetas, lectura de datos desde un archivo, escritura de datos hacia un archivo.



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

Uso de librerías y APIs (interfaz de programación de aplicaciones).

Testeo de programas. Tipos de testing. Importancia y características de las pruebas de testing y conjuntos de testeo.

Ciberseguridad. Criptografía asimétrica, simétrica. Técnicas criptográficas.

Provenientes del campo de gestión de proyectos

La Gestión de Proyectos. Elementos de la gestión. Etapas y criterios para la planificación de proyectos. Financiamiento. Principios y estrategias de seguimiento, y control de gestión.

Evaluación de proyectos: técnicas y recursos. Análisis de resultados y elaboración de conclusiones e informes del proyecto.

Gestión de Calidad: normativas locales y estándares internacionales.

Prevención de Riesgos Laborales, condiciones y medio ambiente del trabajo: lineamientos para la elaboración de criterios de prevención y actuación.

Cuidado del ambiente; eficiencia energética y uso racional de recursos naturales: criterios a tener en cuenta en el diseño y en el ciclo de vida del proyecto.

La gestión de proyectos en las organizaciones. Organización. Tipos, estructura y organigrama.

Gestión de Recursos humanos. Trabajo colaborativo. Habilidades para el trabajo en equipo. Coordinación de tareas.

Ejercicio legal de la profesión. Normativa vigente. Responsabilidad y compromiso social.

3.3 Formación Específica

El campo de **formación específica** es el dedicado a abordar los saberes propios de cada sector profesional, así como también la contextualización de los



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

desarrollados en la formación de fundamento. Se presentan como aspectos formativos vinculados a un recorte propio del quehacer profesional e incluyen una referencia general al tipo de prácticas formativas que tienen que acontecer durante la trayectoria formativa y le dan a la formación del Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial su especificidad técnica

Aspectos formativos referidos a la aplicación de la Ciencia de Datos

Problemáticas específicas actuales vinculadas al uso y manejo de la información. Características y procesos propios de las organizaciones. Modelos tradicionales de gestión de la información en las empresas y/u organizaciones. El uso actual de los tableros de control: ventajas y desventajas.

La Ciencia de Datos como herramienta de análisis predictivo para la optimización de proyectos y/o negocios. Diferencias entre Inteligencia de Negocios y Análisis Predictivo. Capacidad analítica para el manejo de la información en la gestión de negocios. La visualización y transformación de la información como base innovadora para la toma de decisiones.

La representación visual de datos como variable de ahorro de tiempo en las organizaciones. La ciencia de datos como factor clave para la autonomía tecnológica, el desarrollo económico y la competitividad en las industrias.

Aplicación de la Ciencia de Datos: Relevamiento de datos y requerimientos de necesidades. Negociación y acuerdos relativos al alcance del proyecto.

Ejercicio legal de la profesión. Normativa vigente en relación a la utilización y manipulación de los datos. Privacidad de la información. Responsabilidades de emisión de datos e información en el ciberespacio. Propiedad intelectual. Licencias de software. Derechos de copyright.

Para el desarrollo de estos contenidos se sugiere que los estudiantes realicen a lo largo de su trayectoria prácticas formativas que les permitan visualizar las problemáticas actuales en relación a la manipulación, exploración y preparación de las fuentes de datos para su desempeño efectivo en el manejo de datos en empresas y organizaciones de distinto tipo. Se incluirán tareas de investigación mediante entrevistas y/o estudios de casos. Para ello se deberá disponer de los conjuntos de datos que representen esas problemáticas detectadas, con el fin de analizar y comparar diferentes modelos de Data Mining y de Machine Learning



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

para su abordaje, haciendo especial hincapié en sus características, ventajas y desventajas.

Aspectos formativos referidos a la Minería de Datos

Concepto de dato e información. Tipos de variables: variables cuantitativas y cualitativas. Ejemplos.

Análisis de una variable (univariado). Estadísticos descriptivos (ejemplo: media, mediana, dispersión). Análisis por gráficos.

Análisis de la relación entre 2 o más variables (multivariado). Análisis por gráficos (ejemplo:diagrama de dispersión 2D, diagrama de dispersión 3D). Correlaciones.

Conceptos de limpieza de datos. Datos faltantes. Detección de datos atípicos. Ejemplos de tratamiento de datos atípicos.

Transformaciones de variables (ejemplo: normalización de una variable). Aplicaciones.

Técnicas de Minería de Datos (Data Mining). Importancia de la gestión eficaz de los datos en las organizaciones.

Concepto de Predicción. Casos de Regresión vs casos de Clasificación.

Modelos para Regresión. Elaboración del modelo. Características. Medidas de rendimiento (performance) del modelo. Ejemplos y aplicaciones.

Modelos para Clasificación. Elaboración del modelo. Características. Medidas de rendimiento (performance) del modelo. Ejemplos y aplicaciones. Comparación y selección de modelos.

Para el desarrollo de estos contenidos se sugiere que los estudiantes realicen a lo largo de su trayectoria prácticas formativas que incluyan tanto la problemática de adecuación de datos para su análisis, como la creación y caracterización de modelos de Data Mining. Para el primer caso, se espera que los estudiantes puedan abordar las siguientes prácticas:

- Detección de los objetivos: Definir el problema
- Pre procesamiento de los datos: Obtención, limpieza y adecuación de datos. Detección de datos atípicos en conjuntos de datos.



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

- Determinación del modelo: Generar modelos, explorar y validar los modelos
- Análisis de los resultados
- Implementar y actualizar los modelos de acuerdo a resultados obtenidos

Por otro lado, se espera que los estudiantes también realicen las siguientes prácticas vinculadas a modelos de Data Mining:

- Creación de modelos de regresión para conjuntos de datos de diversas problemáticas
- Creación de modelos de clasificación para conjuntos de datos de diversas problemáticas.
- Análisis de resultados y producción de informes.
- Análisis comparativo de rendimiento de modelos, evaluando ventajas y desventajas

Aspectos formativos referidos al Aprendizaje Automático (Machine Learning)

Técnicas de Aprendizaje Automático (Machine Learning). Definición y flujo de un proceso de Machine Learning. Uso actual en la gestión del conocimiento empresarial.

Diferencias entre programación tradicional y entrenamiento. Tipos de algoritmos: Clustering, Clasificación, Regresión. Casos de Regresión vs casos de Clasificación. Usos frecuentes. Concepto de Aprendizaje Supervisado y No Supervisado. Ejemplos.

Modelos para Aprendizaje Supervisado. Elaboración del modelo. Características. Medidas de rendimiento (performance). Ajustes del modelo. Ejemplos y aplicaciones.

Modelos para Aprendizaje No Supervisado. Elaboración del modelo. Características. Ejemplos y aplicaciones. Comparación y selección de modelos.

Las prácticas formativas que se sugieren para estos contenidos implican la extracción de datos para detectar patrones en los mismos y con ellos realizar la creación de modelos. Esta tarea supone también el análisis y comparación de dichos modelos.



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

Se esperan actividades que permitan a los estudiantes trabajar sobre conjuntos de datos de casos de regresión y clasificación que representen diferentes problemáticas. También diseñar algoritmos supervisados y no supervisados capaces de generalizar comportamientos y reconocer patrones a partir de información suministrada.

Por otro lado, se espera que los estudiantes realicen las siguientes prácticas vinculadas al aprendizaje automático:

- Analizar el problema / ejemplo y estudiar su complejidad
- Diseñar solución factible del problema / ejemplo
- Detectar padrones de los datos y ajustar acciones del programa
- Diseñar algoritmos que den solución al problema

Aspectos formativos referidos al uso de herramientas para el procesamiento de datos

Lenguajes de programación para el procesamiento y análisis de datos. Ejemplos más utilizados en la actualidad. Diferentes usos según el tipo de proyecto/negocio. Herramientas de software para Ciencia de Datos. Comparación y aplicaciones de diferentes entornos de software. Uso adecuado según los requerimientos del proyecto.

La tecnología de grandes datos en la actualidad. Concepto de grandes volúmenes de datos. Diversas conceptualizaciones: macrodatos, datos masivos, inteligencia de datos o datos a gran escala. Herramientas de software y técnicas para procesar grandes volúmenes de datos. Ejemplos. Aplicaciones en diferentes campos profesionales.

Importancia del proceso de visualización de la información. La representación visual de datos los datos: herramientas y técnicas de visualización de la información: Técnicas para visualización de múltiples variables. Técnicas de storytelling para la presentación de resultados. Buenas prácticas en la generación de reportes. Ejemplos y aplicaciones.

Para los contenidos descriptos, se sugiere que el estudiante realice prácticas formativas relacionadas con la adecuada selección y aplicación de las



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

herramientas de software para el procesamiento de datos, a partir de ejemplos concretos.

Para ello, se espera que utilicen diversas herramientas aplicadas al análisis y creación de modelos de complejidad creciente en diversos conjuntos de datos, particularmente, con grandes volúmenes de datos a través de las técnicas específicas de Data Mining y Machine Learning.

A partir de estos contenidos, que resultan centrales para la formación de este Técnico Superior, se espera que los estudiantes puedan también analizar los resultados y el rendimiento de los modelos y comparaciones entre herramientas, evaluando las ventajas y desventajas en cada caso.

Por último, resulta indispensable que como síntesis práctica de los contenidos de estos aspectos formativos, el estudiante pueda seleccionar criteriosamente y aplicar las herramientas más eficaces para la visualización de la información, pudiendo realizar un análisis comparativo que ponga en valor las fortalezas y debilidades de cada una de ellas.

Aspectos formativos relativos a las técnicas para el procesamiento de imágenes

Concepto de imagen y de píxel. Estructura de una imagen. Representaciones en escala de grises y en color. Histograma de una imagen.

Transformaciones de imágenes. Aplicaciones de filtros. Cambios de tamaño. Ejemplos y aplicaciones.

Transformadas de señales. Detección de patrones en imágenes. Detección de bordes.

Segmentación. Ejemplos y aplicaciones.

Utilización de técnicas de Aprendizaje Automático para procesamiento de imágenes.

Tratamiento digital de señales unidimensionales. Señales y secuencias. Sistemas discretos. Respuesta al impulso y convolución. Representación de señales y sistemas en el dominio de la frecuencia.

Tratamiento de señales bidimensionales. Señales bidimensionales continuas. Transformada de Fourier 2D. Filtrado de señales bidimensionales. Periodicidad.



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

Tratamiento digital de señales 2D. Secuencias 2D e imágenes digitales. Operaciones con imágenes.

Para el desarrollo de estos contenidos se sugiere que los estudiantes realicen a lo largo de su trayectoria prácticas formativas que incluyan estudio de casos sobre el proceso de caracterización de imágenes. Se plantearán problemáticas a resolver utilizando imágenes de diversas fuentes, esto incluye transformar las imágenes, aplicar filtros y detectar patrones, obtener a partir de la imagen una descripción útil para el caso y analizar los resultados obtenidos.

También se esperan actividades que involucren la creación de modelos de Aprendizaje Automático a partir de conjuntos de imágenes para la resolución de diversas problemáticas, aplicando redes convolucionales a tareas de detección y reconocimiento visual a través de imágenes, video y otros datos 2D y 3D.

Por otro lado, se espera que los estudiantes también realicen las siguientes prácticas vinculadas al procesamiento de imágenes:

- Determinar la identidad y localización de objetos en una imagen
- Construir una representación tridimensional del objeto
- Analizar un objeto para determinar su calidad
- Descomponer un objeto o imagen en diferentes partes
- Extracción de características
- Reconocimiento de patrones

Aspectos formativos relativos a las técnicas para el procesamiento de habla

Modelos secuenciales para problemas de lenguaje natural. Interacción escrita con el cliente. Análisis de texto, Sintaxis y Semántica. Aplicaciones.

Concepto entre Síntesis de Voz y Reconocimiento de habla. Semejanzas y Diferencias. Ejemplos. Aplicaciones.

Utilización de técnicas de Aprendizaje Automático para procesamiento del habla.

Modelos secuenciales para aplicaciones de audio, incluyendo reconocimiento del habla y síntesis de música



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

Las prácticas formativas relacionadas a estos contenidos refieren al estudio de casos de interacción entre la computadora y los seres humanos permitiendo interpretar el mensaje recibido.

Se esperan prácticas que involucren:

- Conocimiento de procesos acústicos.
- Creación de sistemas de interacción en forma escrita y/o hablada.
- Análisis de diversos textos
- Análisis de resultados y creación de informes.

También se promoverán prácticas que involucren la creación de modelos de Aprendizaje Automático a partir de conjuntos (por ejemplo de textos) para la resolución de diversas problemáticas y la aplicación de modelos secuenciales a aplicaciones de audio, incluyendo reconocimiento del habla y síntesis de música, entre otros

3.4 Prácticas profesionalizantes

El campo de formación de la práctica profesionalizante es el que posibilita la integración y contrastación de los saberes construidos en la formación de los campos antes descriptos. Señala las propuestas o los espacios que garantizan el acercamiento de los estudiantes a situaciones reales de trabajo. La práctica profesionalizante constituye una actividad formativa a ser cumplida por todos los estudiantes, con supervisión docente, y la institución educativa debe garantizarla durante la trayectoria formativa.

Dado que el objeto es familiarizar a los estudiantes con las prácticas y el ejercicio técnico-profesional vigentes, puede asumir diferentes formatos, llevarse a cabo en distintos entornos y organizarse a través de variado tipo de actividades. Las prácticas profesionalizantes se desarrollan en forma progresiva y continua a lo largo de desarrollo de la carrera y a medida que se cursan distintos espacios curriculares.

En la trayectoria formativa del Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial se identifican tres ejes sobre los cuales se deberán desarrollar las propuestas para este campo formativo, a saber:



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

- *El campo profesional del TS en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial:* por ser un campo nuevo, dinámico y transversal a diversos sectores profesionales, en esta práctica Profesionalizante el estudiante tendrá un primer acercamiento a su contexto en relación a las formas de organización del trabajo a partir de los datos como principal insumo para desarrollar sus funciones. A través de casos y experiencias, se abordarán las características propias del sector profesional, las posibles vinculaciones con otros profesionales y actores, profundizando y reflexionando sobre su quehacer profesional desde una perspectiva de responsabilidad legal y social.
- *Data Mining (Ciencia de datos):* Las propuestas que se desarrollen a partir de este eje comprenderán el procesamiento de datos, la creación de modelos y de las consideraciones de inferencia, de métricas de Intereses, de post-procesamiento de las estructuras descubiertas, de la visualización y de la actualización en línea. En esta práctica Profesionalizante será muy importante poner en juego las capacidades propias del TS referidas a la elaboración de informes y a la comunicabilidad de la información obtenida.
- *Inteligencia Artificial:* En esta Práctica Profesionalizante, los estudiantes podrán diseñar procesos basados en secuencias de entradas de diferentes fuentes, detectadas y almacenadas en sistemas físicos, produciendo determinados comportamientos en respuesta a dicha entrada, manejando imágenes digitales, imágenes provenientes de monitoreo de drones y procesamiento del habla, entre otras tareas.

Teniendo en cuenta estos ejes, se deberán diseñar propuestas integradoras que involucren las diferentes capacidades del Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial a lo largo de todas las etapas de trabajo, a saber:

- La planificación y gestión de proyectos
- La Interpretación de las necesidades de cliente: tomando en cuenta los recursos disponibles y analizando conjuntamente las posibilidades reales para llevarlas a cabo
- La interacción con profesionales de otras disciplinas para la indagación de la información pertinente y necesaria para llevar adelante el trabajo propuesto



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

- El trabajo en equipo que supone la división de tareas y la articulación de entregas de los módulos realizados por cada parte del equipo de trabajo.
- La producción de la documentación técnica necesaria para cada etapa de trabajo
- La normativa vigente para el ejercicio legal de la profesión y los criterios de responsabilidad y compromiso social en relación al uso, manipulación y difusión de los datos

3.5 Carga horaria mínima

Para la formación del Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial se recomienda una carga horaria mínima de 1408 horas reloj, distribuidas de la siguiente manera:

| CAMPOS DE LA FORMACIÓN | PORCENTAJES |
|-------------------------------|--------------------|
| Formación general | 4 a 10% |
| Formación de fundamento | 20 a 30% |
| Formación técnica específica | 45 a 60% |
| Prácticas profesionalizantes | 15 a 20% |

3.6 Entorno formativo

Los requisitos mínimos del Entorno Formativo que se fijan en los marcos de referencia, especifican exclusivamente las instalaciones y el equipamiento básico necesario para el desarrollo de la Trayectoria Formativa en consideración.

Si bien el entorno formativo alude a los distintos y complejos aspectos que inciden en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, así como a los contextos en que se llevan a cabo, es importante tener en cuenta el modo de organización que deben adoptar estos espacios para facilitar el aprendizaje de los saberes y destrezas por parte de los estudiantes, y la demostración por parte del docente.

3.6.1 Instalaciones



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

La Institución que ofrezca la formación del Técnico Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial deberá disponer o garantizar el acceso a aulas-laboratorios con lugar y equipamiento acorde a la cantidad de alumnos que realizarán las actividades tanto del tipo teórico prácticas como en las de prácticas profesionalizantes. El mismo deberá cumplir con las condiciones de habitabilidad y confort propias de un espacio formativo en cuanto a superficie mínima, iluminación, ventilación, seguridad, higiene y servicios básicos así como a la disponibilidad de mobiliario suficiente y en buen estado.

Respecto específicamente de la instalación eléctrica, la misma debe cumplir con la normativa de seguridad eléctrica vigente, debe ser suficiente y estar en condiciones para permitir el normal funcionamiento de distintos equipos conectados en simultáneo, requeridas para llevar a cabo las prácticas formativas y profesionalizantes.

3.6.2 Equipamiento

Se espera que las instalaciones cuenten con el siguiente equipamiento:

El aula deberá contar con sillas, mesas, armarios para materiales, estanterías, gabinetes y cajoneras para el guardado de los elementos de trabajo, papeles, etc.

Gabinetes para albergar el equipamiento, manuales y componentes necesarios para lograr que el dictado de las clases sea operativo y eficiente.

Biblioteca con bibliografía específica en distintos tipo de soporte.

Computadoras para búsqueda, selección de información y para la elaboración de documentación técnica.

Pizarra. Proyector y pantalla.

Laboratorio de Informática, con cantidad suficiente de computadoras según la cantidad de alumnos

Los equipos de computación a utilizar pueden ser de tipo PC avanzada como mínimo con doble núcleo. Memoria ampliable de acuerdo al procesador (al menos 16 GB), controladora de video y aceleradora de video para el procesamiento de imágenes, con un monitor LCD 18.5 a 19” y capacidad de



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

disco rígido suficiente como para soportar el software de los ambientes de programación elegidos.

Servidor que soporte las PC conectadas y el flujo de datos a procesar. Se deberá tener en cuenta para su configuración el sistema operativo y software usado para implementar la red (teniendo en cuenta la escalabilidad ante los cambios tecnológicos y la concurrencia de usuarios)

Para determinar la RAM y procesadores se deberá basar en la máxima cantidad de usuarios, tamaño de los archivos de las aplicaciones y las bases de datos usadas.

En caso de seleccionarse software propietario, éste tiene que estar debidamente registrado y disponer de licencias de uso para cubrir los equipos en los cuales sea utilizado.

Para facilitar la reposición del software, así como solucionar otros inconvenientes que se puedan presentar, estos equipos tienen que estar vinculadas a través de una red de datos que abarque todos los equipos del laboratorio. Tiene que contarse con un Servidor de Red que brinde servicios de respaldo de imágenes del software instalado en las estaciones de trabajo y permita restaurar en poco tiempo a todo el laboratorio.

Se debe disponer de una conexión de Internet para este servidor, el que podría actuar como Proxy server para el resto de las estaciones de trabajo, a fin de minimizar la demanda de accesos.

Conectividad a Internet en la máquina del docente y en las máquinas de los estudiantes mediante conectividad de alta velocidad y que soporte imágenes que requieren muchos recursos de hardware.

Software que corresponda a los campos formativos: Procesadores de texto y planillas de cálculo. Software vinculado a la IA de código abierto/propietario

Software de programación de diferentes lenguajes: libre y propietario.

Software para administración de base de datos

Software para procesar grandes volúmenes de datos



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

4. Acreditaciones de saberes de trayectorias formativas de otros ámbitos de la ETP

Teniendo en cuenta los artículos 59 y 60 de la Resolución del Consejo Federal de Educación N° 295/16 “**CRITERIOS PARA LA ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL Y LINEAMIENTOS PARA LA ORGANIZACIÓN DE LA OFERTA FORMATIVA PARA LA EDUCACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL DE NIVEL SUPERIOR**”, se especifican a continuación los bloques de contenidos que se encuentran acreditados al momento de cursar esta tecnicatura superior provenientes de diversas certificaciones y titulaciones pertenecientes al sector profesional. Dichas acreditaciones surgen del análisis y la comparación de los contenidos del presente marco y de aquellos que corresponden a cada una de las certificaciones y/o titulaciones. Para el caso de las acreditaciones provenientes de Trayectos de Formación Profesional Continua (FPC), se han tomado en cuenta los marcos de las certificaciones que son requisito de ingreso y las especificaciones propias de cada perfil profesional aprobado por el INET.

No obstante, a lo largo de esta trayectoria, el estudiante atravesará diversas instancias formativas que otorgarán nuevos sentidos y resignificarán dichos saberes y prácticas adquiridos previamente, atendiendo las funciones explicitadas en el perfil profesional del presente marco.

Cada jurisdicción deberá tomar las decisiones curriculares e institucionales pertinentes para el diseño de la trayectoria formativa que permita diversos recorridos según las condiciones de ingreso de los estudiantes, favoreciendo para esta titulación tanto una oferta diversificada como especializada. Para esta última, la carga horaria mínima no podrá ser inferior a 1000 horas reloj

Aquellos bloques de contenidos que no estén contemplados en este sistema de acreditaciones serán de cursado obligatorio para todos los estudiantes de la Tecnicatura Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial.

4.1 Trayectorias formativas provenientes de nivel secundario

a) Técnico en Programación



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

De acuerdo al análisis comparativo de los contenidos entre el Marco de Referencia del TS en Ciencia de Datos e IA y el de Técnico en Programación (Res. CFE Nro. 14.11) se podrán acreditar los siguientes contenidos:

- Provenientes de Programación
- Provenientes de Bases de Datos
- Provenientes de Matemática y Lógica

b) Técnico en Informática profesional y personal

De acuerdo al análisis comparativo de los contenidos entre el Marco de Referencia del TS en Ciencia de Datos e IA y el de Técnico en Informática Profesional y Personal (Res. CFE Nro. 15/07) se podrán acreditar los siguientes contenidos:

- Provenientes de Programación

4.2 Trayectorias formativas provenientes de nivel técnico superior

a) Técnico Superior en Desarrollo de Software

De acuerdo al análisis comparativo de los contenidos entre el Marco de Referencia del TS en Ciencia de Datos e IA y el de Técnico Superior en Desarrollo de Software (Res. CFE Nro. 129/11) se podrán acreditar los siguientes contenidos:

- Provenientes de Programación
- Provenientes de Bases de Datos
- Provenientes de Matemática y Lógica

4.3 Trayectorias formativas provenientes de Formación Profesional

a) Trayecto Programador



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 352/19

De acuerdo al análisis comparativo de los contenidos entre el Marco de Referencia del TS en Ciencia de Datos e IA y el trayecto de Formación Profesional de Programador (Res. CFE Nro.289/16) se podrán acreditar los siguientes contenidos:

- Provenientes de Programación